

# **ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И КОРОБЛЕЙ ПРИ ЗАКАЛКЕ ШТАМПОВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

***Исякаев Кирилл Тимиргалеевич***

*Руководитель – руководитель научно-технического центра ОАО «КУМЗ»  
Семовских С.В.*

ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»,  
г. Каменск-Уральский  
IsyakaevKT@kumw.ru

Основными требованиями к авиационным штамповкам, помимо механических свойств, являются минимальные отклонения от требуемых геометрических размеров (отсутствие коробления) и ограничение остаточных напряжений, возникающих при закалочном охлаждении, которые играют большую роль при последующей механической обработке на готовое изделие. Коробление и остаточные напряжения возникают вследствие градиента температур по толщине штамповок и разности температур между массивными и тонкими частями штамповок, величина которых зависит от интенсивности теплоотдачи при закалочном охлаждении.

Для снижения остаточных напряжений и коробления для катанных и прессованных алюминиевых полуфабрикатов применяется правка растяжением. Но для штампованных полуфабрикатов данный метод трудоемок и увеличивает их себестоимость. На Каменск-Уральском металлургическом заводе давно применяется закалочное охлаждение ряда авиационных штамповок в горячей воде. Однако зарубежный опыт показал, что более эффективным способом снижения остаточных напряжений и коробления в штамповках является закалка с охлаждением в водном растворе полимеров. Но применение водных растворов полимеров, обеспечивающими мягкое, по сравнению с водой, закалочное охлаждение, может привести к снижению прочностных и коррозионных свойств штамповок.

В настоящее время, на ОАО «КУМЗ» закалка авиационных штамповок сплавов производится на современном закалочном агрегате Otto Junker, созданном по последнему слову техники.

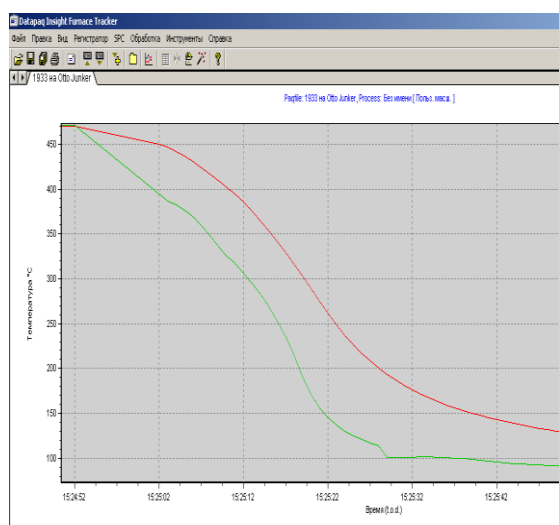
Конструкция агрегата позволяет проводить различные способы закалочного охлаждения: в холодной и горячей воде, в воднополимерных растворах.

Для определения значений образующихся остаточных напряжений при закалочном охлаждении в холодную воду, горячую воду и в раствор ПАГ на агрегате КУМЗа была проведена опытная работа совместно с ФГУП «ВИАМ» (руководитель группы Ткаченко Е.А.). В данной опытной работе были получены температурные кривые процесса охлаждения.

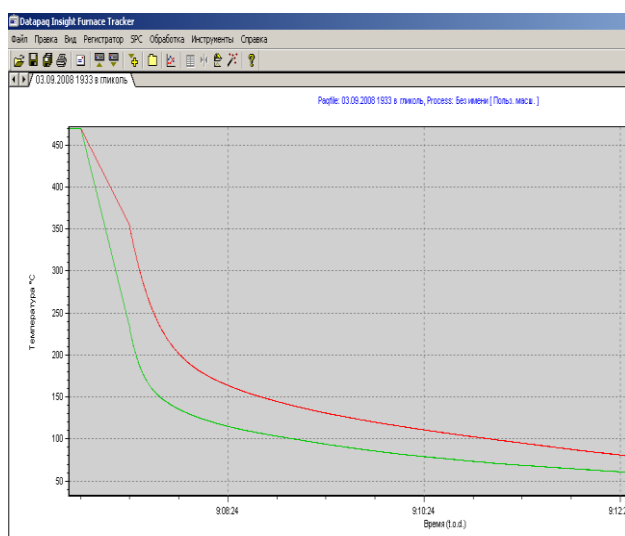
Проведенные эксперименты показали, что скорость охлаждения массивных частей штамповки при охлаждении в ПАГ в 1,5...4 раза ниже, чем при закалке в холодную воду.



Рисунок 1. Общий вид вертикального закалочного агрегата Otto Junker



А



В

Рисунок 2. Температурные кривые охлаждения металла в тонкой и массивной части штамповки в раствор полиалкиленгликоля (А) и в горячую воду (В)

При измерении остаточных напряжений на рентгеновском анализаторе PFS-3М на базе ФГУП «ВИАМ» установлено, что возникающие сжимающие напряжения в тонкой части при закалке в холодную воду в 2 раза выше, чем в раствор ПАГ (в массивной части в 1,2 раза выше).

Величина внутренних напряжений при закалке в различные среды			
Точка измерения	Закалка в холодной воде 20 °С	Закалка в горячей воде 70 °С	Закалка в растворе ПАГ 21...43 °С
1	-161 ± 11,5	-129 ± 2	-122 ± 1,5
2	-137 ± 9,4	66 ± 2,6	-63 ± 1,8

На основании этого, на ОАО «КУМЗ» было проведено ряд работ, направленных на сравнение закалочного охлаждения в воду и раствор ПАГ, определение типа и оптимальной концентрации.

Как показали замеры штамповок на соответствие геометрических размеров математической модели после закалки в ПАГ, коробление штамповок значительно ниже, чем при закалке в холодную воду, а также была подобрана оптимальная концентрация ПАГ для получения стабильных механических и коррозионных свойств.